

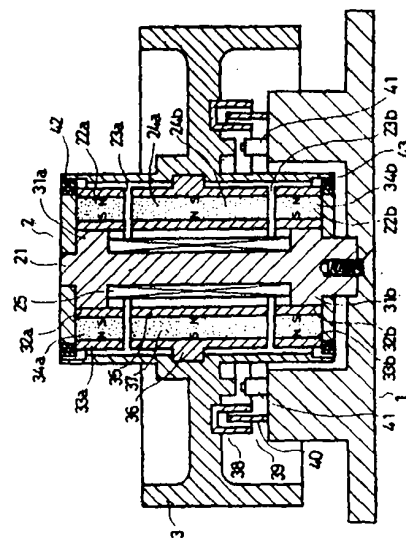
JA 0037323
FEB 1984

(54) MAGNETIC BEARING DEVICE

(11) 59-37323 (A) (43) 29.2.1984 (19) JP
(21) Appl. No. 57-147907 (22) 26.8.1982
(71) KOUKUU UCHIYUU/GHUTSU KENKYUSHO (JAPAN)
(72) TSUTOMU MURAKAMI(S)
(51) Int. Cl.³ F16C32/04

PURPOSE: To make it possible to largely reduce the number of parts along with the miniaturization of the whole device by constituting an active axial supporting part by utilizing one part of a passive radial supporting part.

CONSTITUTION: Magnetic fluxes pass through between a stationary side magnetic supporting element 22a and a rotary side magnetic supporting element 24a and between a stationary side magnetic supporting element 22b and a rotary side magnetic supporting element 24b, and one magnetic bearing part being a permanent magnet yoke opposing type is formed by said stationary and rotary elements. Hereby, the two rotary side magnetic supporting elements 24a, 24b, i.e., a rotary part is supported in a radially passive form and a non-contact state. The axial displacement of the rotary part is detected by a sensor 41, thus supplying a current corresponding to the magnitude and direction of the axial displacement to a coil 25. A central member 21, inside magnetic pole rings 32a, 35, 32b and a coil 25 form an active type axial supporting part.



① 日本国特許庁 (JP)

特許出願公開

② 公開特許公報 (A)

昭59-37323

51 Int. Cl.³
F 16 C 32/04

識別記号 庁内整理番号
7127 -3 J

③ 公開 昭和59年(1984)2月29日
発明の数 1
審査請求 有

(全 7 頁)

④ 磁気軸受装置

川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

⑤ 特 願 昭57-147907

⑥ 発 明 者 高橋忠

⑦ 出 願 昭57(1982)8月26日

特許法第30条第1項適用 昭和57年7月30日
発行社団法人日本機械学会の『第60期日本機
械学会全国大会講演論文集No.820-16』に
発表

川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

⑧ 発 明 者 村上力

⑨ 出 願 人 科学技術庁航空宇宙技術研究所
長

八王子市泉町1444の8

⑩ 出 願 人 東京芝浦電気株式会社
川崎市幸区堀川町72番地

⑪ 発 明 者 狼嘉彰

横浜市緑区花田町454の6

⑫ 代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外2名

⑬ 発 明 者 新宮悉太

明 細 書

1. 発明の名称

磁気軸受装置

2. 特許請求の範囲

(1) 磁束通路の一部となり得る中央部材と、
この中央部材の外周で軸方向の2個所にそれぞ
れ固定され、それぞれが上記中央部材に磁氣的
に接続された内側磁極リングおよびこれより外
側に配置された外側磁極リングおよび上記両リ
ング間に装着された半径方向着磁の永久磁石リ
ングで構成された第1および第2の磁気支承要
素と、この第1および第2の磁気支承要素間に
これらとの間に磁気ギャップを設け互いに夾質
的に軸方向に連結された状態に配置され、上記
第1および第2の磁気支承要素との間に生じる
磁氣的吸引力によつて上記第1および第2の磁
気支承要素とは完全非接触に保持されるととも
にそれぞれが内側磁極リングおよびこれより外
側に配置された外側磁極リングおよび上記両リ
ング間に装着された半径方向着磁の永久磁石リ

ングで構成されてなる第3および第4の磁気支
承要素と、前記中央部材の前記第1および第2
の磁気支承要素間に位置する外周に装着された
制御用コイルとを具備し、前記第3および第4
の磁気支承要素の内側磁極リングが互いに磁氣
的に接続され、かつ上記第3および第4の磁氣
支承要素の内側磁極リングと前記第1および第
2の磁気支承要素の内側磁極リングとの間に存
在する2つの磁気ギャップにおける磁界の方向
が互いに異なるように前記各永久磁石リングの
着磁極性が設定されてなることを特徴とする磁
気軸受装置。

(2) 前記第3および第4の磁気支承要素が永
久磁石リングは、1つの永久磁石片を複数回折
したものであることを特徴とする特許請求の範
囲第1項記載の磁気軸受装置。

(3) 前記磁気ギャップを介して隣接する前記
第1および第2の磁気支承要素の外側磁極リ
ングと前記第3および第4の磁気支承要素の外
側磁極リングとは、上記各磁気支承要素の内側

の着磁
の磁氣
周に軸
〔発明
上記
石磁鉄
径方向
コイル
束は、
極リン
承要素
の磁氣
経路で
きにお
ヤップ
に設定
が上記
では磁
束が減
増加し

$$K\theta = \frac{1}{4}$$

で示され
いと、 $K\theta$ が
た軸受性

極リングより高い磁束密度を実現せしめ磁束飽和状態を呈すように設定されてなることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の磁気軸受装置。

(4) 前記磁気ギャップを介して隣接する前記第1および第2の磁気支承要素の外側磁極リングと前記第3および第4の磁気支承要素の外側磁極リングとは、上記磁気ギャップを介して通過する磁束に関して上記対向する外側磁極リングの相対位置が半径方向に偏心した場合に半径方向復元力として有効に作用する磁束分布を実現できる端面形状に設定されてなることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の磁気軸受装置。

(5) 前記第1、第2の磁気支承要素および前記第3、第4の磁気支承要素の少なくとも一方に所属する磁気支承要素は、前記磁気ギャップ側の位置に電磁的振動減衰要素が付加されたものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第4項の何れか1項に記載の磁気軸受装置。

- 3 -

している。

しかしながら、従来のこの種の軸受装置は、特開昭54-49440号公報に示されているものに代表されるように、半径方向支承部と軸方向支承部とを完全に独立させて設けるようにしている。このため、部品数が多く、これらの部品を高精度に製作および組立ることが困難であることからして装置としての信頼性に乏しく、しかも全体が大型化する問題があつた。

〔発明の目的〕

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、部品数の減少化を図つた状態で、半径方向受動形支承および軸方向能動形支承を実現でき、もつて装置としての信頼性向上および全体の小型化を図れる磁気軸受装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明によれば、回転中心部に磁束通路の一部となり得る中央部材が設けられる。そして、中央部材の外周で軸方向の2個所に第1および

置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、磁気軸受装置に係り、特に、小型で良好な支承特性を発揮できるようにした磁気軸受装置に関する。

〔発明の背景技術とその問題点〕

従来、回転体を完全非接触状態に支承する軸受として磁気軸受装置が知られている。この磁気軸受装置は、回転特性が軸受の摩擦力によつて左右され易い回転体や半永久的な寿命を無点検で保障しなければならない回転体や真空中で使用される回転体などの支承に多く用いられている。

ところで、このような磁気軸受装置は、一般に、磁気的吸引力を利用して支承するようにしており、半径方向支承部と軸方向支承部とで1つの軸受を構成している。そして、通常は、半径方向支承部を永久磁石利用の受動形に構成し軸方向支承部を制御コイル利用の能動形に構成

- 4 -

第2の磁気支承要素が固定される。また、第1および第2の磁気支承要素間には、これらとの間に磁気ギャップを設け、かつ上記第1および第2の磁気支承要素との間に生じる磁気的吸引力によつて上記第1および第2の磁気支承要素とは完全非接触に保持される関係に互いに実質的に軸方向に連結された第3および第4の磁気支承要素が配置される。各磁気支承要素は、それぞれ内側磁極リングと、外側磁極リングと、両磁極リング間に装着された半径方向着磁の永久磁石リングとで構成される。すなわち、上記配置によつて、軸方向に2つの、いわゆる永久磁石継鉄対向形の磁気軸受部を構成しているのである。そして、本発明では、特に第3および第4の磁気支承要素の内側磁極リングを互いに磁気的に接続し、また、上述した一方の永久磁石継鉄対向形の磁気軸受部における内側磁極リング間の磁界の方向と、他方の永久磁石継鉄対向形の磁気軸受部における内側磁極リング間の磁界の方向とが異なるように各永久磁石リング

- 5 -

- 5 -

公開

23

2月29日

7頁

1番地東
合研究所

1番地東
合研究所

技術研究所

社
番地
外2名

および第4の磁気支
記第1および第2
外周に装着された
記第3および第4
ングが互いに磁気
および第4の磁気
前記第1および第
リングとの間に存
こける磁界の方向
き永久磁石リングの
ことを特徴とする磁

の磁気支承要素の永
久磁石リングを共用
とする特許請求の前
置。

介して隣接する前記
要素の外側磁極リン
の磁気支承要素の外側
磁気支承要素の内側磁

の磁極性を設定し、さらに、第1および第2
の磁気支承要素間に位置する前記中央部材の外
周に軸方向制御用のコイルを装着している。

〔発明の効果〕

上記構成であると、2つの、いわゆる永久磁
石磁鉄対向形の磁気軸受部によつて受動形の半
径方向支承部を実現することができる。また、
コイルを付勢すると、このコイルで発生した磁
束は、中央部材～第1の磁気支承要素の内側磁
極リング～磁気ギャップ～第3、第4の磁気支
承要素の内側磁極リング～磁気ギャップ～第2
の磁気支承要素の内側磁極リング～中央部材の
経路で通過する。コイルが付勢されていないと
きにおける上記2つの内側磁極リング間磁気ヤ
ップの磁界の方向は、前述の如く異なる方向
に設定されているので、コイルで発生した磁束
が上記経路で通過すると、一方の磁気ギャップ
では磁束が増加し、他方の磁気ギャップでは磁
束が減少することになる。したがつて、磁束が
増加した磁気ギャップ部分では静止側と回転側

-7-

$$K\theta = \frac{1}{4} K_r (B^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{K_u}{K_r} A^2) \dots (1)$$

で示される。この(1)式から判るように K_r が大き
いと $K\theta$ も大きくなる。したがつて、より安定し
た軸受性能を発揮させることができる。

〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を参照しながら
説明する。

第1図は本発明の一実施例に係る磁気軸受装
置で、はずみ車を支承させた例を示すものであ
る。

すなわち、図中1は、たとえば非磁性材で形
成されたベースであり、このベース1に磁気軸
受装置2が支持され、上記磁気軸受装置2の回
転部にははずみ車3が支持されている。

磁気軸受装置2は、大きく分けて一端側がベ
ース1に固定された支柱を兼ねる中央部材21
と、この中央部材21の外周で軸方向の2箇所
に固定された2つの静止側磁気支承要素22a、
22bと、これら2つの静止側磁気支承要素

-9-

特開昭59-37323 (3)

との間の磁氣的吸引力が増加し、また磁束が減
少した磁気ギャップ部分では静止側と回転側と
の間の磁氣的吸引力が減少し、これによつて回
転側を軸方向の安定位置まで推移させることが
できる。すなわち、本発明では、受動形の半径
方向支承部の一部を共用して能動形の軸方向支
承部を実現することができる。このように両支
承部の一部を共用しているので、従来の装置に
較べて部品数を大幅に減少でき、これによつて
製造および組立の容易化を図れるので、信頼性
の高いものを提供できる。また、構造上、軸方
向制御用のコイルは半径方向支承部の構成空間
内に納まる形となるので、結局、全体の小型化
も図ることができる。また、永久磁石磁鉄対向
形の磁気軸受部によつて受動形の半径方向支承
部を形成しているので磁鉄部への磁束集中効果
により半径方向の剛性 K_r を大きくでき、これに
よつて直交軸まわり剛性 $K\theta$ も大きくできる。す
なわち、軸受部の径をA、軸方向長さをB、軸
方向の不平衡剛性を K_u とすると、 $K\theta$ は一般に、

-8-

22a、22b間に、これらとの間に磁気ギャ
ップ23a、23bを設け、かつ上記2つの静
止側磁気支承要素22a、22bとの間に生じ
る磁氣的吸引力によつて完全非接触に支承され
る関係に配置され、互いに軸方向に連結された
2つの回転側磁気支承要素24a、24bと、
中央部材21の外周に装着された軸方向制御用
のコイル25とで構成されている。

上記中央部材21は、たとえば電磁軟鉄、非
常鋼等の高透磁率、高飽和磁束密度特性を有す
る軟磁性材料で形成されており、その両端部に
大径部31a、31bが形成されている。そし
て、上記大径部31a、31bの外周に前記静
止側磁気支承要素22a、22bがそれぞれ固
定されている。

静止側磁気支承要素22a、22bは、互い
に軸方向に対向して配置されており、それぞれ
中央部材形成材料と同様な軟磁性材料で形成さ
れた内側磁極リング32a、32bと、外側磁
極リング33a、33bと、これら両リング間

-10-

に装着され、かつ図示極性で示す如く半径方向に誘磁された永久磁石リング 34a, 34b とで構成されている。

一方、前記 2 つの回転側磁気支承要素 23 a、23 b は、この例においては 1 つのものを共用して構成されており、2 つの静止側磁気支承要素 22 a、22 b と同様に、内側磁極リング 35 と、外側磁極リング 36 と、これら両リング間に装着され、かつ図示極性で示す如く、静止側の永久磁石リング 34 a、34 b とは逆極性となるように半径方向に着磁された永久磁石リング 37 とで構成されている。そして、前記はずみ車 3 は上記外側磁極リング 36 に固定されている。

なお、図中 38 は上記はずみ車 3 に回転力を付与する誘導モータあるいはブラシレスモータ 39 のロータを示し、また、40 は同モータのステータを示している。さらに 41 は、はずみ車 3 の軸方向の変位を検出するセンサを示し、42、43 は非常時等のときだけ上記はずみ車

- 11 -

3、つまり回転部を機械的に支持する玉軸受を示している。そして、センサ1によつて変位が検出されたときだけ、図示しない制御装置によつて軸方向変位（速度、加速度）の方向および大きさに対応した電流がコイル25に供給されるようになっている。

このような構成であると、静止側磁気支承要素 22a とこれに軸方向に対向した回転側磁気支承要素 24a との間には第 2 図中破線矢印 51 で示すように磁束が通過するので、この両者で 1 つの永久磁石継鉄対向形の磁気軸受部を構成していることになり、また、静止側磁気支承要素 22b とこれに軸方向に対向した回転側磁気支承要素 24b との間には第 2 図中破線矢印 52 で示すように磁束が通過するので、この両者で 1 つの永久磁石継鉄対向形の磁気軸受部を構成していることになる。したがって、上記した 2 つの永久磁石継鉄対向形の磁気軸受部によつて 2 つの回転側磁気支承要素 24a、24b、つまり回転部は半径方向受動形態で非接触状態

- 12 -

に支持されることになる。すなわち、上記した
2つの磁気軸受部は受動形の半径方向支承部を
構成していることになる。しかし、回転部が
何らかの原因で軸方向に変位すると、この変位
がセンサ41によつて検出され、この検出出力
に基いて前述した制御装置は軸方向変位（速度、
加速度）の大きさをおよび方向に対応した電流を
コイル25に供給する。コイル25の付勢によ
つて発生した磁束は、第2図中2点鎖線で示す
ように中央部材21～内側磁極リング32a～磁
気ギャップ23a～内側磁極リング35～磁気
ギャップ23b～内側磁極リング32b～中央
部材21の経路で通過する。今、回転部が第2
図中上方へ向けて変位したとき、コイル25で
発生した磁束が内側磁極リング35内を矢印
53で示す方向に通過するように設定されてい
るものとする、内側磁極リング32aと35
との間の磁気ギャップでは磁束が減少して両リ
ング間での磁氣的吸引力が減少し、また、内側
磁極リング35と32bとの間の磁気ギャップ

- 13 -

では磁束が増加して両リング間での磁氣的吸引力が増加する。このため、回転部は第2図中下方へ安定する位傾まで推移する。したがって、回転部は軸方向能動形態で非接触状態に支持されることになる。すなわち、中央部材21、内側磁極リング32a、35、32bおよびコイル25は能動形の軸方向支承部を形成していることになる。

そして、この場合には、受動形の半径方向支承部の一部を使用して能動形の軸方向支承部を構成しているので、両支承部を独立的に設けたものに比べて、全体の単純化は勿論のこと部品数を大幅に減少させることができ、それだけ信頼性の向上化を図ることができ、また、全体の小型化を図れる。また、永久磁石継鉄対向形磁気軸受部を用いているので、半径方向の剛性を大きくでき、これによつて直交軸まわりの剛性を大きくできるので、結局、前述した効果は得られる。

なお、本発明は上述した実施例に限定さ

- 14 -

ものではない。たと
各磁気支承要素 22
の外側磁極リング 3
ギャップ近傍部分 F
各内側磁極リング 5
い磁束密度を實現せ
によつて軌記第(1)で
て直交軸まわり剛性
にしてもよい。また
磁気支承要素 22 a
の外側磁極リング 3
ギャップ対向面に四
磁束分布状態を変え
性 Kr を一層大きくす
第 5 図に示すように
22 b, 24 a, 2
に導電板 R を取り付
設機としての機能有
第 6 図に示すように
34 b, 37 の磁気

は同軸受装置の作
境とする片側模式
ぞれ本発明の異な
軸心線と境とする
21... 中央部材、
b... 磁気支承要
32b、3
36、3
34b
3

人

(4)

軸受を
て変位
装置に
向およ
供給さ

支承装
側磁気
矢印
この内
受部を
磁気支
向転側
破線矢
、この
軸受部
、上記
受部に
24b、
触状態

的吸引
図中下
つて、
支持さ
1、内
びコイ
ている

方向支
承部を
設けた
と部品
だけ信
全体の
向形の
の剛性
り剛性
果が得

される

ものではない。たとえば、第3図に示すように、各磁気支承要素22a、22b、24a、24bの外側磁極リング33a、33b、36の磁気ギャップ近傍部分Pを薄肉にすることによつて、各内側磁極リング32a、32b、35より高い磁束密度を實現せしめて飽和し易くし、これによつて前記第(1)式におけるKu/Krを小さくして直交軸まわり剛性Krをさらに大きくするようにしてもよい。また、第4図に示すように、各磁気支承要素22a、22b、24a、24bの外側磁極リング33a、33b、36の磁気ギャップ対向面に凹凸Qを設けることによつて磁束分布状態を変え、これによつて半径方向剛性Krを一層大きくするようによつてもよい。また、第5図に示すように、各磁気支承要素22a、22b、24a、24bの磁気ギャップ側位置に導電板Rを取り付け、これに渦電流式振動減衰機としての機能を發揮させてもよい。また、第6図に示すように、各永久磁石リング34a、34b、37の磁気ギャップ側に位置する端面

-15-

は同軸受装置の作用を説明するための軸心線を境とする片側模式図、第3図から第7図はそれぞれ本発明の異なる実施例に係る磁気軸受装置の軸心線を境とする片側縦断面図である。

21…中央部材、22a、22b、24a、24b…磁気支承要素、25…制御用のコイル、32a、32b、35…内側磁極リング、33a、33b、36、36a、36b…外側磁極リング、34a、34b、37、37a、37b…永久磁石リング。

出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

-17-

特開昭59-37323 (5)

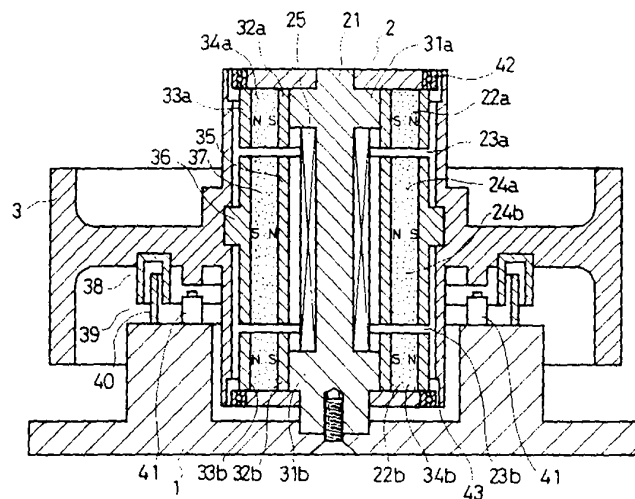
を後退させることによつて各磁極リングへの磁束集中を図るようにしてもよい。さらに、第7図に示すように非磁性材質の被支承回転体Sを内側磁極リング35に連結するようによつてもよい。この場合、被支承回転体Sによつて回転側の永久磁石リングは、37aと37bとに軸方向へ分離され、また外側磁極リングも36aと36bとに軸方向へ分離される。また、第1図に示した実施例は、本発明に係る磁気軸受装置ではずみ車を支持させているが、はずみ車に限らず各種回転体を支持させることができることは勿論である。さらに、上述した各例では中央部材21およびこれに連結された磁気支承要素22a、22bを静止側としているが、中央部材21とコイル25との間に間隙を設けることによつて中央部材21および磁気支承要素22a、22bを回転側とすることもできる。

4. 図面の簡単な説明

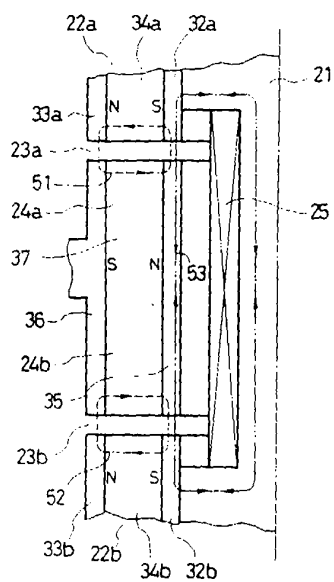
第1図は本発明の一実施例に係る磁気軸受装置を組み込んだはずみ車装置の縦断面図、第2図

-16-

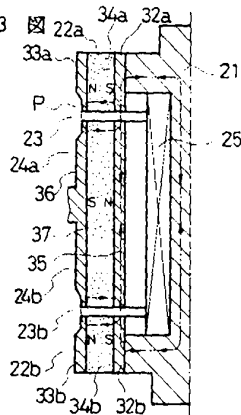
第 1 図



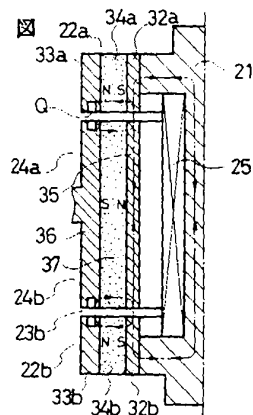
第 2 図



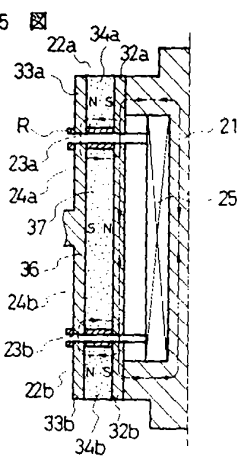
第 3 図



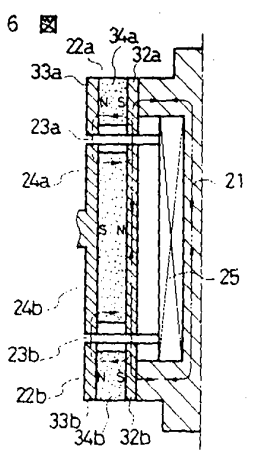
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

